

Senzor sile kot integrirana rešitev robotov Mitsubishi

Toni ACCETTO, Jan KRAMŽAR

Izvleček: Industrijski roboti se vedno pogosteje uporabljajo v aplikacijah, ki jih je mogoče realizirati le z uporabo naprednih senzorjev, kot je to senzor sile in momentov. Vključitev senzorja v krmilje robota je zahtevna, vendar omogoča številne možnosti uporabe. Podjetje Mitsubishi Electric je v ta namen razvilo produkt »Force Sense Function«.

Ključne besede: senzor sile in momentov, nadzor sile, kontrola kakovosti, industrijski roboti

1 Uvod

Industrijski roboti se vse pogosteje uporabljajo v kompleksnih montažnih procesih, v zadnjem času pa tudi pri kontrolnih procesih, kjer lahko preverjajo kakovost izdelkov. Tako vrsto naprednih del je navadno težko avtomatizirati, kar pomeni, da je potrebna gradnja naprednih sistemov, ki uporabljajo različne vrste senzorjev, kot so denimo strojni vid in senzorji sile.

Senzor sile in momentov – Force and Torque Sensor (FTS) – je naprava, s katero je mogoče pri industrijskih robotih pridobiti informacije o silah v treh koordinatnih oseh in momentih okrog teh osi. FTS je pritrjen na roko robota (slika 1). Na osnovi teh informacij lahko s pozicijskim prilagajanjem roboti avtomatsko uravnavajo razmerje sil in uspešno izvajajo različna zahtevna opravila.

Vključitev tovrstnih senzorjev v želeno aplikacijo je kompleksno opravilo. Že pri uporabi običajnega samostojnega analognega senzorja, ki je pritrjen med prirobnico robotske roke in prijemalom, zanj navadno potrebujemo dodatni PLK in lastni

algoritem za preračunavanje signalov iz senzorja v ustrezne informacije o silah in navorih. Kasneje je potrebno vzpostaviti komunikacijo med PLK-jem in robotskim krmilnikom. Šele po vzpostavljeni komunikaciji lahko pričnemo z izdelavo procedure v robotskem programu za pravilno pozicijsko prilagajanje robotske roke glede na pridobljene informacije o silah.

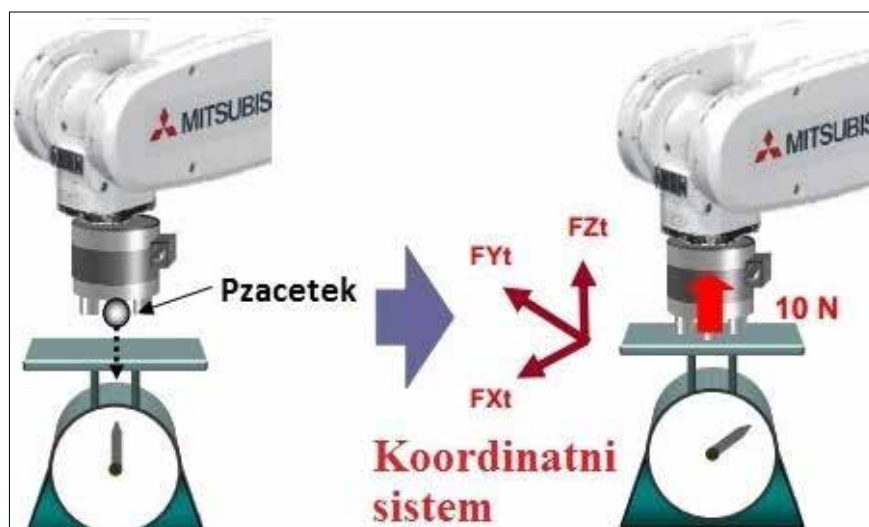
Da bi se temu izognili, ima Mitsubishi Electric razvit programski modul »Force Sense Function«, ki omogoča popolno integracijo senzorja v krmilje robotov. Prednost tega modula je popolna sistemska povezljivost senzorja in industrijskih ro-

botov serije RV in RH podjetja Mitsubishi. To pa zagotavlja enostavno montažo na roko robota in zanesljivo delovanje robota.

2 Značilnosti modula »Force Sense Function«

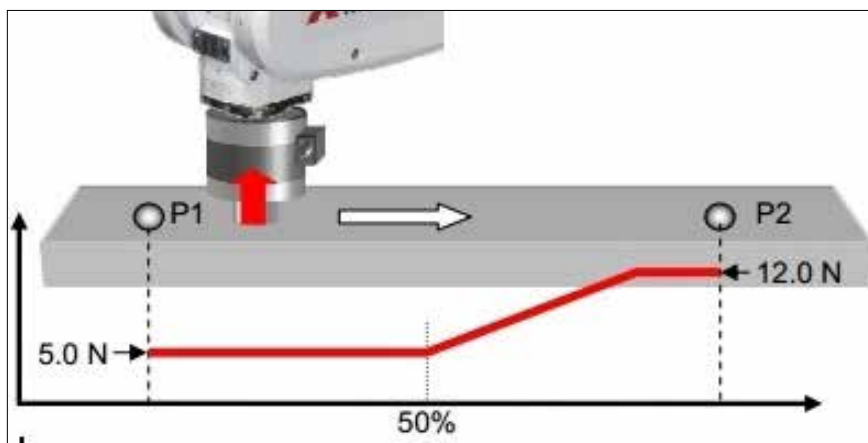
Modul v splošnem omogoča uporabo senzorja sile (F_x , F_y , F_z) in momentov okrog vseh treh osi (T_x , T_y , T_z), kar pomeni, da ima šest prostostnih stopenj. Informacije o silah in momentih so osnova za krmiljenje robotov.

Robote je mogoče glede na pridobljene informacije enostavno krmiliti z naprednimi vgrajenimi funkcijami, kot so:



Slika 1. Robot se samodejno pomika navzdol v z-osi, dokler sila ne doseže vrednosti 10 N

Toni Accetto, dipl. inž., Jan Kramžar, dipl. inž., oba Inea Rbt, d. o. o., Ljubljana



Slika 2. Nadzor sile ob pomikanju robota iz točke P1 v točko P2 in hkrati spremembi želene sile [1]

- krmiljenje robota v odvisnosti od sile,
- nadzor togosti,
- zaznavanje sile.

Poleg omenjenih funkcij imamo na voljo tudi funkcijo beleženja vseh sil in navorov.

■ 2.1 Krmiljenje robota v odvisnosti od sile (Force Control)

Protokol za krmiljenje robota v odvisnosti od sile omogoča, da se robot samodejno premika v izbrani smeri, dokler sila na primer v z-osi ne doseže nastavljene vrednosti (slika 1).

Ista funkcija omogoča, da je mogoče krmiliti robot pri gibanju v odvisnosti od nastavljene sile. Robot se pomika naprej po določeni trajektoriji in hkrati deluje na površino z nastavljeno silo. Silo potiskanja je mogoče krmiliti in spreminjati tako, kot je to prikazano na sliki 2.

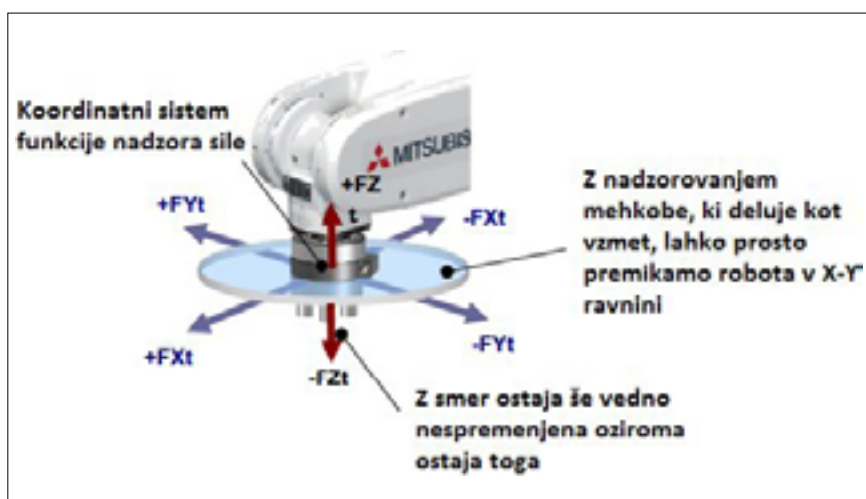
■ 2.2 Nadzor togosti (Stiffness Control)

Nadzor togosti je funkcija, ki omogoča, da se robotska roka prilagaja zunanji sili, ki deluje na prijemalo. Z drugimi besedami: robot se samodejno pomika v smeri, ki omogoča pobeg pred zunanjo silo, če naraste čez nastavljeno vrednost. Tako izkazuje vzmetne lastnosti (slika 3). S takim načinom krmiljenja lahko na primer pri montažnih pro-

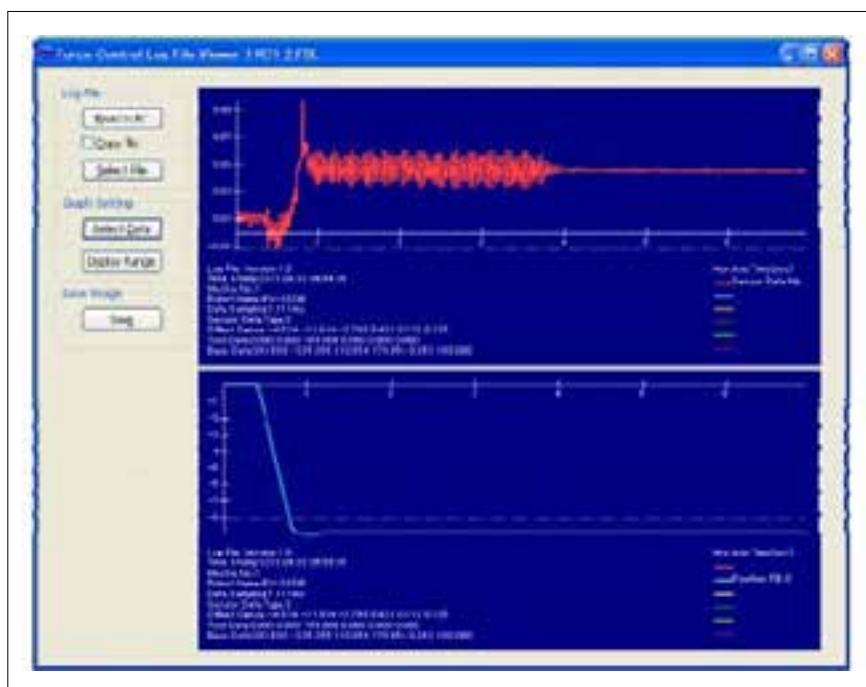
cesih prevzemamo sile, ki delujejo na obdelovanec med vstavljanjem v luknjo.

■ 2.3 Zaznavanje sile (Force Sense Detection)

Funkcija zaznavanja sile omogoča enostavno izdelavo lastnih programskih procedur za pozicijske korekcije robota. Uporablja se takrat, ko oba predhodno prikazana primera uporabe ne ustrežata in je treba izdelati lastne prilagojene načine uporabe kontrole sil in momentov ter krmiljenja robotov.



Slika 3. Nadzora togosti v x- in y-koordinatah [1]



Slika 4. Grafični prikaz podatkov senzorja sile v programskem okolju RTTool-Box2 [1]

■ 2.4 Funkcija dnevnik sil (Force Sense Log)

S funkcijo dnevnik sil samodejno zajemamo podatke o delujočih silah med samim delovanjem robota. Podatke o poteku sil lahko pregledujemo v obliki grafa z uporabo programskega orodja za programiranje robotov Mitsubishi, imenovanim RTToolBox2. Funkcija pa prav tako omogoča prenašanje podatkov preko ftp-strežnika za nadaljnjo analizo informacij v proizvodnji (slika 4). To v zadnjem času v industriji omogoča vse bolj pogosto robotsko kontrolo kakovosti izdelkov.

■ 3 Uporaba senzorja v praksi za kontrolo kakovosti

Senzor sile in »Force Sense Function« sta uspešno uporabljena v procesu avtomatiziranega sestavljanja avtomobilskih obvolanskih ročic. Za popolno avtomatizacijo je ključno preverjanje kakovosti končnega sestava. Tako robot v kombinaciji s senzorjem preverja togost ročic (slika 5). Robot z namenskim prijemalom manipulira z vsako ročico posamezno in pomika ročice v vse potrebne položaje. Med manipuliranjem se preverjajo vse potrebne sile in navori za premike ročic med različnimi položaji, s pomočjo funkcije dnevnika sil pa se preko ftp-strežnika posredujejo namenskim napravam za dodatno analizo. Poleg togosti ročic se sočasno opravlja tudi električna kontrola, pri kateri se med premiki ročic preverja ustreznost signalov,



Slika 5. Robotizacija preverjanja kakovosti končnega sestava obvolanskih ročic v kombinaciji s senzorjem sile

npr. ali se pri premiku ustrezne ročice v zgornji položaj vklopi signal za desni ali levi smerokaz.

■ 4 Zaključek

Rešitev podjetja Mitsubishi je enostavna za namestitev. Ker je popolnoma sistemsko integrirana, jo robot dobro programskega podpira. Programske funkcije in nastavitve senzorja opravljamo kar v sistemskih nastavitvah robota. Prednost tega je tudi integracija diagnostike senzorja v diagnostiko robota. To pomeni, da imamo v primeru napake na senzorju ali prekinitve komunikacije, vse potrebne informacije na robotu.

Glede na opisane funkcionalnosti senzorja lahko hitro in preprosto realiziramo aplikacije, kot so bru-

šenje, poliranje ter visoko precizna vstavljanja. Senzor se lahko uporabi tudi v množici industrijskih aplikacij, kjer ne moremo zagotoviti popolne geometrijske točnosti in stabilnosti sestavnih delov ter lahko tudi poenostavimo prehod industrijskih robotov iz montažnih v kontrolne procese.

Literatura

- [1] Mitsubishi electric, CR750/CR751 Controller Instruction Manual, Force Sense Function, Document ID: BFP-A8947, October 2012.
- [2] K. Murata, Force Sense Control System for Industrial Robots, Mitsubishi Electric ADVANCE, June 2013.
- [3] J. Kramžar, Senzor sile, IRT3000, april 2015.

Force sensor as an integrated solution for Mitsubishi robots

Abstract: Industrial robots are frequently used in applications which can be realized only by using advanced sensors like force and torque sensors. Sensor integration into robot control is demanding, but numerous applications are possible. For this purpose, the company Mitsubishi Electric developed the product »Force Sense Function«.

Keywords: Force and torque sensor, force control, quality control, industrial robots